

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-031308

(43)Date of publication of application : 02.02.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

G11B 5/39

(21)Application number : 09-182279

(71)Applicant : NEC IBARAKI LTD

(22)Date of filing : 08.07.1997

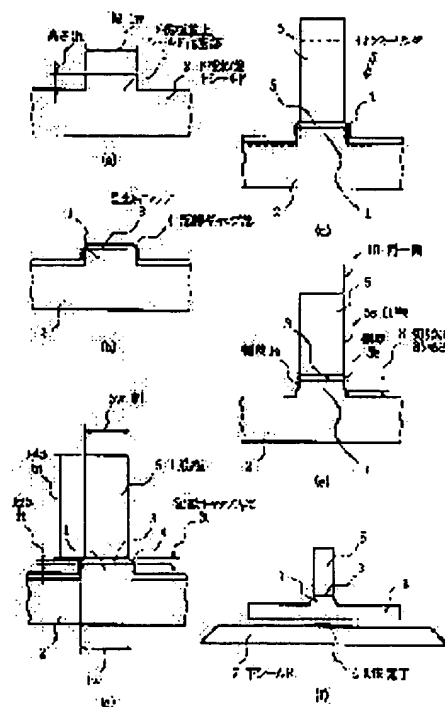
(72)Inventor : FURUSAWA HIROSHI
YAMAZAWA MITSUGI

(54) MR COMPOSITE HEAD AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an MR composite head having an upper magnetic pole having thickness enough to generate a magnetic field required when a signal is recorded on a medium and having its width of nearly $\leq 2 \mu\text{m}$ with respect to the MR composite head having a side wall aligned in the same surface for minimizing a side fringe and improving off-track performance.

SOLUTION: A lower magnetic pole-cum-upper shield pedestal part 1 having the width $1w$ slightly wider than the width $5w$ of the upper magnetic pole 5 and having a height $1h$ higher than recording gap thickness $3t$ is formed before a recording gap 3 is formed. Thus, the reduction amount of the thickness of the upper magnetic pole 5 when the notched part 8 of the lower magnetic pole-cum-upper shield pedestal part 1 having the side wall aligned in the same surface 10 as the upper magnetic pole 5 and in the same width as the upper magnetic pole 5 is formed by ion milling is reduced by using that the thickness of a recording gap corner part 4 is thinned and making the upper magnetic pole 5 a mask.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.05.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

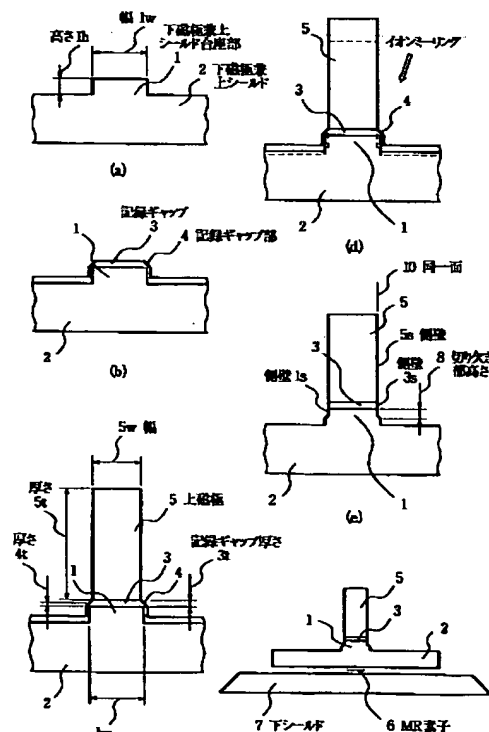
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)2月2日



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空気軸受け面を有する浮動スライダと、この浮動スライダの空気流出端の側面に下シールド、下シールドギャップ、MR素子、上シールドギャップ、下磁極兼上シールド、記録ギャップ、コイル、コイル絶縁層、および上磁極を順次積層してなるMR複合ヘッドにおいて、前記下磁極兼上シールド上の前記空気軸受け面を含む部分に前記上磁極よりも広い幅で台座を形成し、この台座の前記空気軸受け面を含む近傍の側壁を前記上磁極の側壁と同一面を形成するように切り欠かれた形状を有することを特徴とするMR複合ヘッド。

【請求項2】 下磁極兼上シールド上の台座部の幅が、上磁極の幅よりも0.1ミクロンから2.0ミクロン広いことを特徴とする特許請求の範囲請求項1に記載のMR複合ヘッド。

【請求項3】 下磁極兼上シールド上の台座部の高さが、記録ギャップ層の厚さの2倍以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のMR複合ヘッド。

【請求項4】 下磁極兼上シールド上の台座部の切り欠きの深さが、記録ギャップの厚さの2倍以上であることを特徴とする請求項1、2または3のいずれか1項記載のMR複合ヘッド。

【請求項5】 上磁極の幅が2.0ミクロン以下であることを特徴とする1から4のいずれか1項記載のMR複合ヘッド。

【請求項6】 上磁極の厚さが4.0ミクロン以上、記録ギャップの厚さが0.1ミクロンから0.4ミクロンの範囲にあり、前記上磁極の側壁と同一面を形成する下磁極兼上シールド台座部の切り欠き深さが0.2ミクロンから1.2ミクロンの範囲にあることを特徴とする請求項5記載のMR複合ヘッド。

【請求項7】 上磁極の記録ギャップ側に、飽和磁束密度が上磁極の主材料よりも大きな高飽和磁化材料を積層することを特徴とする1から6のいずれか1項記載のMR複合ヘッド。

【請求項8】 下磁極兼上シールド上の台座部の記録ギャップ側に、飽和磁束密度が前記下磁極兼上シールドの主材料よりも大きな高飽和磁化材料を積層することを特徴とする請求項1または7記載のMR複合ヘッド。

【請求項9】 請求項1から8のいずれか1項記載のMR複合ヘッド製造方法であって、記録ギャップを形成する前に、下磁極兼上シールド上の空気軸受け面を含む近傍に上磁極の幅よりも0.1ミクロンから2.0ミクロン広い幅で台座を形成し、前記上磁極の形成後に前記上磁極をマスクとして前記台座をエッチングにより形成することを特徴とするMR複合ヘッドの製造方法。

【請求項10】 エッチングとして、イオンミリング法を用いることを特徴とする請求項9記載のMR複合ヘッドの製造方法。

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、位置合わせされた磁極端を有するMR複合ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置では、記憶媒体である磁気ディスク媒体と、この磁気ディスク媒体の高速回転に伴って生じる空気軸受け効果によって浮上支持される浮動スライダに搭載された電磁変換素子を備える磁気ヘッドとを用いてデータの読み書きを行っている。

【0003】ところで、近年のパーソナルコンピュータ等への内蔵記憶装置として、あるいは外部記憶装置としての需要は飛躍的に増加しており、磁気ディスク装置に対しては小型化、高速化および高記録密度化への強い要請がある。

【0004】このため、磁気ディスク装置の主要部である磁気ヘッド、磁気ディスク媒体、位置決めサーボおよび信号処理等については高性能化のための改善がはかられているが、特に、磁気ヘッドにおいては、これまで1つの電磁変換素子により書き込み（記録）と読み出し（再生）を行っていたのに対し、最近では、データ書き込みには、従来方式によるインダクティブ素子を用い、また、データの読み出しには、出力が磁気ディスク媒体との相対速度に依存しない磁気抵抗効果を利用したMR素子を用い、それらを一体化して1つの浮動スライダに搭載した、いわゆる記録再生分離型のMR複合ヘッドを用いるのが主流になりつつある。

【0005】このMR複合ヘッドは、半導体の製造プロセスと同様のフォトリソグラフィや微細加工技術を利用して製造されるが、例えば、特開平7-262519号公報には、MR複合ヘッドおよびその製造方法に関する技術が開示されている。

【0006】ここで、従来のMR複合ヘッドおよびその製造方法について図面を参照して説明する。図5は、従来のMR複合ヘッドおよびその製造方法の一例を示す図であって、MR複合ヘッドにおいて、空気軸受け面に露出するMR複合ヘッドの磁極端の形状をその製造工程順に示したものである。

【0007】従来のMR複合ヘッドは、記録中に発生するサイドフリンジ磁界を低減するため、上磁極と同じ幅で側壁が同一垂直面上に位置合わせされた記録ギャップと下磁極兼上シールドの台座部とを有している。

【0008】また、従来のMR複合ヘッドの製造方法では、上磁極と同じ幅に記録ギャップと下磁極兼上シールドの台座部分を形成するために、まず、イオンミリングおよび化学エッチングを用いて記録ギャップを上磁極の幅に画定し、次に、イオンミリングにて上磁極をマスクとして下磁極兼上シールドに上磁極と同じ幅で上磁極側面と同一垂直面上に位置合わせされた側面を持つ下磁極

【0009】図5(a)～同図(c)は、記録ギャップを上磁極の幅に画定する際にイオンミリングを用いる場合の製造方法を示したものであって、まず、下磁極兼上シールド22の上に記録ギャップ23を形成した後、上磁極24をフレームメッキ法により記録ギャップ23の上に形成し、上磁極24付近以外をフォトレジスト26によりカバーしたのち、イオンミリングにより記録ギャップ23を上磁極の幅に画定する。

【0010】ここで、記録ギャップ23がイオンミリングにより削られる速度は、上磁極24が削られる速度よりも小さいため、記録ギャップ23を上磁極の幅に画定する際に上磁極24の厚さ(高さ)は大幅に減少する。すなわち、図5(a)は、記録ギャップ23がイオンミリングにより削り取られる前の状態を示し、図5(b)は、上磁極8をマスクとして記録ギャップ23をイオンミリングにより画定した後の状態を示している(図中の鎖線はエッチングによって削り取られる部分を表す)。そして、図5(a)に示す工程から図5(b)の示す工程に進むと、上磁極24の厚さが薄くなっていることが判る。

【0011】次に、図5(c)を参照して、下磁極兼上シールド22に上磁極24の幅で上磁極24の側面24sと同一垂直面に位置合わせされた下磁極兼上シールド台座部21を、上磁極24をマスクにしてイオンミリングにて形成する。その際に、上磁極24の厚さはさらに減少する。

【0012】すなわち、図5(b)は、下磁極兼上シールド22に上磁極24の側面と同一垂直面に位置合わせされた下磁極兼上シールド台座部21を、上磁極24をマスクにしてイオンミリングにて画定する前の状態であり、図5(c)は、上磁極24をマスクにして下磁極兼上シールド22に下磁極兼上シールド台座部21を画定した後の状態を示している。

【0013】また、図5(c)において、上磁極24の側壁24sと記録ギャップ23の側壁23sと下磁極兼上シールド台座部21の側壁21sとは、同一面25内に位置合わせされている。同様にして、図中、反対側(左側)のそれぞれの側壁についても、同一面内に位置合わせされている。

【0014】次に、図6は、従来のMR複合ヘッドおよびその製造方法の別の例を示す図であって、図6(a)～同図(c)は、図5の場合と同様に、空気軸受け面に露出するMR複合ヘッドの磁極端の形状をその製造工程順に示したものである。

【0015】図6(a)～同図(c)を参照すると、まず、下磁極兼上シールド32の上に記録ギャップ33を形成した後、上磁極34をフレームメッキ法により記録ギャップ33の上に形成し、次に、化学エッチングにより記録ギャップ33を上磁極34の幅に画定する。

されるが、上磁極34はエッチングされないような化学エッチング液を選択することができるので、上磁極34の厚さ(高さ)は減少しない。続いて、下磁極兼上シールド32に上磁極34の幅で上磁極34の側面と同一垂直面に位置合わせされた下磁極兼上シールド台座部31を、上磁極34をマスクにしてイオンミリングにて形成する。その際に、上磁極34の厚さは減少する(図中の鎖線はエッチングによって削り取られる部分を表す)。

【0017】

10 【発明が解決しようとする課題】上述した従来のMR複合ヘッドの製造方法では、MR複合ヘッドが磁気記録媒体に信号を記録する際に、上磁極が十分な磁界を発生させるために必要となる厚さよりも上磁極膜厚が薄くなってしまうという欠点がある。

【0018】その理由として、サイドフリンジ磁界の低減のために記録ギャップおよび下磁極兼上シールドの台座部分をイオンミリングにて形成する場合は、あらかじめイオンミリングの際のマスクとなる上磁極を、イオンミリングにより厚さが減る分だけ厚く形成する必要があるが、そのためには上磁極をフレームメッキ法により形成するためのフォトレジスト膜厚を、必要となる上磁極の膜厚よりも厚く、かつ、上磁極の所望の幅に形成する必要があるが、高密度対応となって上磁極の幅が小さくなるに従い、このようなフォトレジストの形成は困難となっている。

【0019】まず、前者(従来例1)の場合、図5(a)～同図(c)に示すように、記録ギャップ23を上磁極24の幅に画定するために、イオンミリングにより記録ギャップを削る方法を用いると、記録ギャップ23がイオンミリングにより削られる速度は、上磁極24が削られる速度よりも小さいため、記録ギャップ23を上磁極24の幅に画定する際に上磁極24の厚さは大幅に減少する。すなわち、図5(a)から図5(b)に進むに従って、上磁極24の厚さが大幅に薄くなる。

【0020】次に、下磁極兼上シールド22に上磁極24の幅で上磁極24の側面24sと同一面25に位置合わせされた下磁極兼上シールド台座部21を、上磁極24をマスクにしてイオンミリングにて形成する。その際に、上磁極24の厚さはさらに減少する。このため、磁気記録媒体に信号を記録する際に記録に十分な磁界を発生するために必要な上磁極の厚さが確保できなくなる場合がある。

【0021】特に、上磁極24の幅が2ミクロン(μm)以下となると、フレームメッキにより形成できる上磁極24の厚さは5 μm 程度が最大であり、この場合に記録ギャップ23および下磁極兼上シールド台座部21の部分を上磁極24をマスクとしてイオンミリングを行うと、上磁極24の膜厚は3 μm 以下となり、必要となる膜厚4 μm よりも薄くなるという問題がある。

では、記録ギャップの側壁および下磁極兼上シールド台座部分の側壁が上磁極の側壁と同一面上に形成できないという問題があることである。

【0023】その理由は、上述した前者（従来例1）の問題点を回避するために、記録ギャップを上磁極の幅で、かつ上磁極の側壁と同一垂直面内に側壁ができるよう化学エッチングにより形成しようとする場合には、化学エッチング速度のばらつきにより、記録ギャップ膜の側壁が上磁極の側壁と同一面となった時点でエッチングを停止するのは困難であるからである。

【0024】すなわち、図6（a）～同図（c）に示すように、記録ギャップ33を上磁極34の幅に画定するために、化学エッチングにより記録ギャップ33を削る方法を用いると、化学エッチング液による記録ギャップ33のエッチング速度のばらつきにより、上磁極34の側面34sと同一面37a、同一面37b内まで記録ギャップ33の側面が達した際に、化学エッチングを停止することが困難で、図6（b）に示すように、上磁極34の側面34sと同一面37aよりも外側に記録ギャップ33の側面がはみ出てしまうエッチング残り35や、上磁極34の側面34sと同一面37bよりも内側まで記録ギャップ33の側面が後退してしまうオーバーエッチング36が発生する。

【0025】次に、上磁極34をマスクとして下磁極兼上シールド32に上磁極34の側壁34sと同一面37a、37bを有する台座部分をイオンミリングにより形成するが、エッチング残り35の部分では、はみ出た記録ギャップ33がマスクとなるため、下磁極兼上シールド台座部31の側壁31s（図中左側）は、図6（c）に示すように、上磁極34の側壁34sと同一面37aよりも外側の面38に形成される。このため、サイドフリンジ磁界の低減がなされないという問題が生じる。

【0026】さらに、記録ギャップ33のオーバーエッチング36の発生した部分では、下磁極兼上シールド台座部31の側壁31sは、上磁極34の側壁34sと同一面37a、37bに形成できるが、記録ギャップ33のオーバーエッチング36の箇所がその後の工程においても埋め込まれずに穴となっており、その穴を通して保護膜により覆われた素子部分まで異物が入り込み、素子が腐食する恐れがある。

【0027】本発明の目的は、上述した課題を解決し上磁極の側壁および下磁極兼上シールド台座部の側壁が同一面上となるように位置合わせを行い、特に、高密度磁気記録に必要な上磁極の幅が $2\mu\text{m}$ 以下であるMR複合ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】本発明のMR複合ヘッドは、空気軸受け面を有する浮動スライダと、この浮動スライダの空気流出端の側面に下シールド、下シールドギ

ールド、記録ギャップ、コイル、コイル絶縁層、および上磁極を順次積層してなるMR複合ヘッドにおいて、前記下磁極兼上シールド上の前記空気軸受け面を含む部分に前記上磁極よりも広い幅で台座を形成し、この台座の前記空気軸受け面を含む近傍の側壁を前記上磁極の側壁と同一面を形成するように切り欠かれた形状を有することを特徴とする。

【0029】そして、下磁極兼上シールド上の台座部の幅が、上磁極の幅よりも $0.1\mu\text{m}$ から $2.0\mu\text{m}$ 広く、下磁極兼上シールド上の台座部の高さが、記録ギャップの厚さの2倍以上であることを特徴とする。また、下磁極兼上シールド上の台座部の切り欠きの深さが、記録ギャップの厚さの2倍以上であることを特徴とする。

【0030】さらに、上磁極の幅が $2.0\mu\text{m}$ 以下、上磁極の厚さが $4.0\mu\text{m}$ 以上、記録ギャップの厚さが $0.1\mu\text{m}$ から $0.4\mu\text{m}$ の範囲にあり、前記上磁極の側壁と同一面を形成する下磁極兼上シールド台座部の切り欠き深さが $0.2\mu\text{m}$ から $1.2\mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴とする。

【0031】次に、上磁極の記録ギャップ側に、飽和磁束密度が上磁極の主材料よりも大きな高飽和磁化材料を積層することを特徴とし、下磁極兼上シールド上の台座部の記録ギャップ側に、飽和磁束密度が前記下磁極兼上シールドの主材料よりも大きな高飽和磁化材料を積層することを特徴とする。

【0032】続いて、MR複合ヘッド製造方法は、記録ギャップを形成する前に、下磁極兼上シールド上の空気軸受け面を含む近傍に上磁極の幅よりも $0.1\mu\text{m}$ から $2.0\mu\text{m}$ 広い幅で台座を形成し、前記上磁極の形成後に前記上磁極をマスクとして前記台座をエッチングにより形成することを特徴とし、このエッチングとして、イオンミリング法を用いることを特徴とする。

【0033】

【発明の実施の形態】次に、本発明の第1の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0034】図1は、本発明によるMR複合ヘッドの製造方法の第1の実施の形態を示す図であって、製造工程に従ってMR複合ヘッド（素子）の空気軸受け面に相当する側から見た磁極端の形状を表し、図1（a）～図1（e）は、下磁極兼上シールド2よりも上の形状を製造工程順に示したものである。また、図1（f）は、MR複合ヘッド素子の完成後の空気軸受け面に相当する面から見た磁極端の形状を示す図である。

【0035】MR複合ヘッドは、まず、下シールド7を形成し、MR素子6を形成した後、下磁極兼上シールド2を形成する（図1（f）を参照）。次に、上磁極5の幅 $5w$ よりもわずかに広い幅 $1w$ を有し、記録ギャップ厚さ $3t$ 以上の高さ $1h$ を持つ下磁極兼上シールド台座部1を形成する（図1（a）を参照）。

ルド2および下磁極兼上シールド台座部1の上に形成する。このとき、上磁極兼下シールド2は、下磁極兼上シールド台座部1を有するため、記録ギャップ3は下磁極兼上シールド台座部1の角部の上すなわち記録ギャップ角部4の厚さが薄くなる(図1(b)を参照)。

【0037】次に、下絶縁層、コイルおよび上絶縁層(図示せず)を形成する。その際に記録ギャップ角部4の厚さはさらに薄くなる。続いて、上磁極5をフレームメッキ法にて形成する(図1(c)を参照)。

【0038】続いて、上磁極5をマスクにして、イオンミリングにより記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1を上磁極5の幅5wと同じ幅で切り欠く(図1(d)を参照)。

【0039】ここで、図中の鎖線はエッチングによって削り取られる部分を表すものとする(以降の図面についても同様)。そして、上磁極5の側壁5sおよび記録ギャップ3の側壁3sおよび下磁極兼上シールド台座部1の側壁1sが同一面10内となるように形成する(図1(e)を参照)。

【0040】次に、本発明の実施の形態について、図1(a)~図1(e)を再度参照して詳細に説明する。

【0041】まず、記録ギャップ3を下磁極兼上シールド2の上に形成する前に、上磁極5の幅5wよりもわずかに広い幅1wを持つ下磁極兼上シールド台座部1を、下磁極兼上シールド2の上にフォトレジスト等をマスクとしてイオンミリングにより形成する(図1(a)を参照)。

【0042】このとき、下磁極兼上シールド台座部1の幅1wを上磁極5の幅5wよりもわずかに広い幅で形成する理由は、上磁極5をフレームメッキ法で形成する際のフォトレジストフレームの位置に多少のばらつきがあっても、フォトレジストフレームの端が下磁極兼上シールド台座部1上に形成されるようにするためである。そして、下磁極兼上シールド台座部1の幅1wは、前記ばらつきを考慮すると上磁極5の幅5wよりも0.1μmから2.0μm広いことが望ましく、特に、1.0μm広い場合が最も望ましい。

【0043】その理由は、図1(c)~同図(e)の説明の際に詳細に述べるが、図1(c)に示すように、記録ギャップ角部4を上磁極5の側壁の下部横に露出させるためである。

【0044】一方、下磁極兼上シールド台座部1の高さ1hは、記録ギャップ厚さ3tよりも大きいことが望ましい(図1(a), (c)を参照)。例えば、記録ギャップ厚さ3tが0.1μmから0.5μmの範囲にある場合、下磁極兼上シールド台座部1の高さ1hは、0.1μmから2μmの範囲にあることが望ましい。

【0045】また、特に、下磁極兼上シールド台座部1の高さ1hは、記録ギャップ厚さ3tの2倍以上あるこ

μmから0.4μmの場合、下磁極兼上シールド台座部1の高さ1hは1.0μm以上であることが望ましい。

【0046】その理由は、図1(e)の説明の際に詳細に述べるが、上磁極5と同等の幅で、上磁極5の側壁と同一面内に位置合わせされた側壁を有する下磁極兼上シールド台座部1の切り欠き部高さ8を記録ギャップ厚さ3tの2倍以上に形成することが容易となるためである。

【0047】次に、図1(b)に示すように、記録ギャップ3を下磁極兼上シールド2および下磁極兼上シールド台座部1の上に形成する。その際、下磁極兼上シールド2には下磁極兼上シールド台座部1による段差があるため、下磁極兼上シールド台座部1の角部の上の記録ギャップ角部4の厚さ4tは、下磁極兼上シールド台座部1の上の記録ギャップ3よりもその厚さが薄くなる。例えば、記録ギャップ厚さ3tが0.3μmから0.4μmの範囲の場合は、記録ギャップ角部4の厚さ4tは、0.2μmから0.1μmまで薄くなる。

【0048】続いて、下絶縁層およびコイルおよび上絶縁層(図示せず)を形成した後、上磁極5をフレームメッキ法により形成する。上磁極5をフレームメッキ法にて形成した後、フレームとなったフォトレジストを除去した後の空気軸受け面側からみた磁極端の形状を図1(c)に示す。

【0049】ここで、上磁極5の幅5wが2μm以下の場合、上磁極5の厚さ5tは、最大5μmまでしか形成できない。その理由は、上磁極5をフレームメッキ法を用いて形成する際に、上磁極5の幅5wを2μm以下の幅で形成する際のフレームとなるフォトレジストの膜厚は、もっとも薄くなる部分で最大5μmまでしか形成できないからである。

【0050】すなわち、フレームとなるフォトレジストの膜厚を、最も薄い部分の膜厚が5μm以上となるようにすると、上磁極5の幅5wとなる部分のフォトレジストの厚さが10μm以上となり、上磁極5の幅5wが2μm以下に形成できないためである(図示せず)。

【0051】一方、下絶縁層およびコイルおよび上絶縁層(いずれも図示せず)を形成する工程で、コイルの形成の際に実施するイオンミリング加工によって、記録ギャップ角部4の厚さ4tは、記録ギャップ厚さ3tの1/5から1/6程度まで薄くなる。例えば、記録ギャップ厚さ3tが0.3μmから0.4μmの範囲では、記録ギャップ角部4の厚さ4tは0.08μmから0.05μmまで薄くなる。

【0052】その理由は、コイルの形成の際に実施するイオンミリングは、コイル間の膜を削るために、下磁極兼上シールド2に対して垂直方向もしくは垂直に近い方向からイオンビームが入射されるが、その際に、記録ギャップ角部4は、下磁極兼上シールド台座部1があるた

た形状となり、イオンビームは、記録ギャップ角部6には斜めに入射することになる。

【0053】ここで、記録ギャップを形成する材料、例えば、酸化アルミニウムのイオンビーム入射角度に対するイオンミリング速度は、垂直方向よりも斜めの方が大きいので、記録ギャップ角部4は下磁極兼上シールド2上の記録ギャップよりも多く削り取られるからである。

【0054】また、図1(c)に示すように、下磁極兼上シールド台座部1の幅1wを、図1(a)の説明の際に述べたように、上磁極5の幅5wよりもわずかに広い幅に形成したので、上磁極5の左右の側壁の下には、記録ギャップ角部4が露出する。

【0055】次に、図1(d)、図1(e)に示すように、記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1を、上磁極5をマスクとしてイオンミリングにより上磁極5の幅に画定する。

【0056】ここで、イオンミリングにより削られる記録ギャップは、図1(c)に示すように、上磁極5の幅5wよりもわずかに広い幅1wにて形成された下磁極兼上シールド台座部1の角部が上磁極5の下部横にわずかにみ出し、記録ギャップ角部4が上磁極5の側壁5sの下部横に露出する。従って、下磁極兼上シールド台座部1の上の記録ギャップ厚さ3tよりも1/5から1/6の厚さの記録ギャップ角部4を削り取るのみで、記録ギャップ3の幅を上磁極5の幅5tに画定できる。

【0057】特に、図1(a)の説明の際に述べたように、下磁極兼上シールド台座部1の幅1wを上磁極5の幅5wよりも0.1μmから2.0μmの幅だけ広く形成することにより、上磁極5の側壁5sの下部横に記録ギャップ角部4を露出させることができる。さらに、下磁極兼上シールド台座部1の幅1wを上磁極5の幅5wよりも1.0μmだけ広く形成することにより、最も確実に上磁極5の側壁5sの下部横に記録ギャップ角部4を露出させることができる。

【0058】すなわち、記録ギャップ3を形成する前に、下磁極兼上シールド台座部1を上磁極5の幅5wよりもわずかに広い幅に形成することにより、下磁極兼上シールド台座部1上の記録ギャップ厚さ3tよりも1/5から1/6の厚さの記録ギャップ角部4を上磁極5の側壁5sの下部横に露出させることができる。従って、上磁極5をマスクにして記録ギャップ3を上磁極5の幅5wにイオンミリングにて画定する際のイオンミリング時間を、従来の1/5から1/6に低減でき、それに伴って記録ギャップ3を上磁極5の幅5wにイオンミリングにより画定する際の上磁極5の厚さ5tの減少量を、従来の1/5から1/6に低減できる。

【0059】次に、記録ギャップ3を上磁極5の幅5wにイオンミリングにて画定した後、引き続いて、イオンミリングにより下磁極兼上シールド台座部1を上磁極5

【0060】図1(e)は、上磁極5をマスクにして記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1を上磁極5の幅5tにイオンミリングにて画定した後の形状を示す図である。

【0061】図1(e)を参照すると、上磁極5をマスクにして記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1をイオンミリングによって画定することにより、上磁極5の側壁5sと記録ギャップ3の側壁3sと下磁極兼上シールド台座部1の切り欠き部の側壁1sは、同一面10内に形成することができる。同様に、図中、反対側(左側)のそれぞれの側壁についても、同一面内に形成することができる。

【0062】また、図1(e)において、下磁極兼上シールド台座部1と記録ギャップ3を上磁極5をマスクにして上磁極5の幅5tに画定する際に、下磁極兼上シールド台座部1の切り欠き部の高さ8は、記録ギャップ厚さ3tの2倍以上に形成することが望ましい。その理由は、記録時におけるフリンジング磁界の広がりを低減できるからである。

【0063】次に、上磁極5をマスクにして記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1をイオンミリングによって画定する際の上磁極5の膜厚の減少量は、記録ギャップ3を除去する際の減少量と、下磁極兼上シールド台座部1を上磁極5と同じ幅に切り欠く際の減少量の和となる。記録ギャップ厚さ3tが0.3μmから0.4μmの場合、記録ギャップ3を除去する際の上磁極5の膜厚減少量は、残っている記録ギャップ3の膜厚(初期値の1/5から1/6)と、記録ギャップの材料と磁極材料のイオンミリング時のレート比(約2倍)から、およそ0.1から0.2μmとなる。

【0064】また、下磁極兼上シールド台座部1を切り欠く際の上磁極5の膜厚減少量は、切り欠き部の高さ8を記録ギャップの2倍以上に設定すると0.6μmから0.8μmとなる。従って、初期の上磁極5の膜厚を5μmとすると、記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1をイオンミリングによって画定し、下磁極兼上シールド台座部1を上磁極5と同じ幅に切り欠いた後の上磁極5の膜厚は、4.0μmから4.3μmとなる。

【0065】本発明のMR複合ヘッドの製造方法を用いることにより、上磁極5の幅5wが2μm以下で、上磁極5の厚さが4.0μm以上あり、かつ、記録ギャップ厚さ3tが0.1μmから0.4μmの範囲にあり、かつ記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1の切り欠き部の側壁1sが、上磁極5の側壁5sと同一面に位置合わせされ、かつ下磁極兼上シールド台座部1の切り欠き部の側壁1sが、上磁極5の幅5wに形成された高さが記録ギャップ厚さ3tの0.5倍から4倍の範囲にあるMR複合ヘッドを提供できる。

11

り、上磁極5tの厚さが4.0 μ m以上あり、かつ記録ギャップ厚さ3tが0.3 μ mから0.4 μ mの範囲にあり、かつ、記録ギャップ3および下磁極兼上シールド台座部1の切り欠き部の側壁1sが上磁極5の側壁5sと同一面に位置合わせされ、かつ、下磁極兼上シールド台座部1の側壁1sが上磁極5の幅5wに形成された切り欠き部の高さ8が、0.6 μ mから0.8 μ m以上あるMR複合ヘッドを提供できる。

【0067】図2は、本発明によるMR複合ヘッドの製造方法の第2の実施例を示す図であって、MR複合ヘッド素子の空気軸受け面に相当する側から見た磁極端の形状を製造工程順に表したものである。なお、図中、図1と形状および機能が同じものについては、同じ符号、名称を用いるとともに、重複を避けるため説明を省略した(後述する図3、図4の説明についても同様)。

【0068】図2は、図1に示す第1の実施例と同様の製造方法であるが、本実施例の上磁極は、上磁極5a、5bと2つの部材から形成されており、記録ギャップ3側の上磁極5b(図中下部のもの)は、例えば、ニッケル鉄合金よりも飽和磁束密度の大きい材料からなり、具体的には、コバルト・ニッケル・鉄合金、もしくはコバルト・タンタル・ジルコニウム合金、もしくはコバルト・ニオブ・ジルコニウム合金、もしくは窒化鉄、もしくは鉄・アルミ・シリコン合金を用いている。

【0069】次に、図3は、本発明によるMR複合ヘッドの製造方法の第3の実施例を示す図であって、MR複合ヘッド素子の空気軸受け面に相当する側から見た磁極端の形状を製造工程順に表したものである。

【0070】図3は、図1に示す第1の実施例と同様の製造方法であって、上磁極は図2に示す第2の実施例と同様に、上磁極5a、5bと2つの部材から構成されており、記録ギャップ3側の上磁極5bは、例えば、ニッケル・鉄合金よりも飽和磁束密度の大きい材料からなり、具体的には、コバルト・ニッケル・鉄合金、もしくはコバルト・タンタル・ジルコニウム合金、もしくはコバルト・ニオブ・ジルコニウム合金、もしくは窒化鉄、もしくは鉄・アルミ・シリコン合金を用いている。

【0071】そして、第3の実施例では、さらに、下磁極兼上シールド台座部1の部分、上磁極5bのように、ニッケル・鉄合金よりも飽和磁束密度の大きい材料からなる下磁極兼上シールド台座部1aから構成されており、例えば、コバルト・ニッケル・鉄合金、もしくはコバルト・タンタル・ジルコニウム合金、もしくはコバルト・ニオブ・ジルコニウム合金、もしくは窒化鉄、もしくは鉄・アルミ・シリコン合金を用いている。

【0072】次に、図4は、本発明によるMR複合ヘッドの第4の実施例を示す図であって、MR複合ヘッドの空気軸受け面に相当する側から見た磁極端の形状を表した図である。

12

製造されたMR複合ヘッドの空気軸受け面形状であり、上磁極5と同一の幅に切り欠かれた下磁極兼上シールド台座部の切り欠き部高さ8が下磁極兼上シールド台座部高さ11と異なっており、初期の下磁極兼上シールド台座部1の幅と上磁極5と同一の幅に切り欠かれた下磁極兼上シールド台座部1の幅が異なるために角部12が生じている。また、下磁極兼上シールド台座部1をイオンミリングにより形成する際に生じる下磁極兼上シールド2の上磁極によるシャドウに伴い、テーパ部13が生じている。

【0074】ここで、図1(d)および図1(e)に示した上磁極をマスクとして実施するイオンミリングの時間を、上磁極5の厚さが所望の厚さよりも薄くならない範囲で長く採ることにより、図4(b)に示すように、上磁極5と同一の幅に形成された下磁極兼上シールド台座部1の切り欠き部高さ9を、下磁極兼上シールド台座部高さ11に近づけ、下磁極兼上シールド台座部1をイオンミリングにより形成する際に生じる下磁極兼上シールド2の上磁極5によるシャドウに伴うテーパ部13との間に、図4(a)に示すような角部12を生じない形状を製造することができる。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、記録ギャップを形成する前に、上磁極の幅よりもわずかに広く、かつ記録ギャップの厚さ以上の高さを有する下磁極兼上シールド台座部を形成することにより、下磁極兼上シールド台座部の角部の記録ギャップの厚さを、下磁極兼上シールド台座部上の記録ギャップの厚さの1/5から1/6に薄くし、かつ、記録ギャップの角部を上磁極の側壁の下部横に露出させることができた。

【0076】具体的には、上磁極をマスクとして記録ギャップを上磁極の幅で上磁極側壁と同一面内に側壁が形成されるように、イオンミリングにて画定する際のミリング時間を従来の1/5から1/6に低減し、その際の上磁極の厚さの減少量を従来の1/5から1/6に低減した。これにより、上磁極をマスクとして記録ギャップおよび下磁極兼上シールド台座部を上磁極の幅で、その側面が同一面に位置合わせされた形状にイオンミリングにて形成する際の上磁極の膜厚の減少量を大幅に低減できた。

【0077】また、上磁極の厚さをあらかじめ薄く形成できることから、上磁極をフレームメッキ法により形成する際のフォトレジストの膜厚を薄くすることができ、それに伴い上磁極の幅のばらつきを低減できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるMR複合ヘッドの製造方法の第1の実施例を示す図である。

【図2】本発明によるMR複合ヘッドの製造方法の第2の実施例を示す図である。

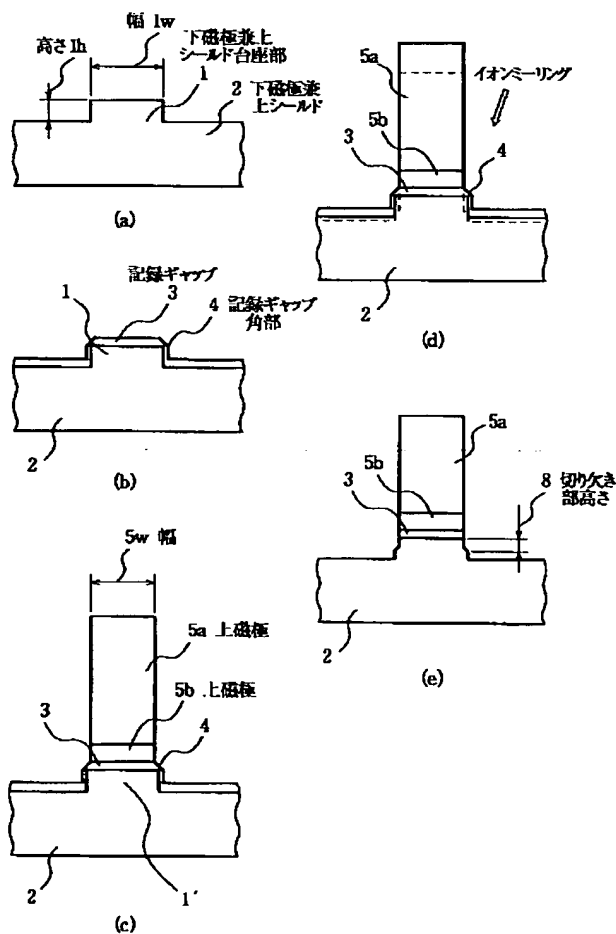
14

【符号の説明】

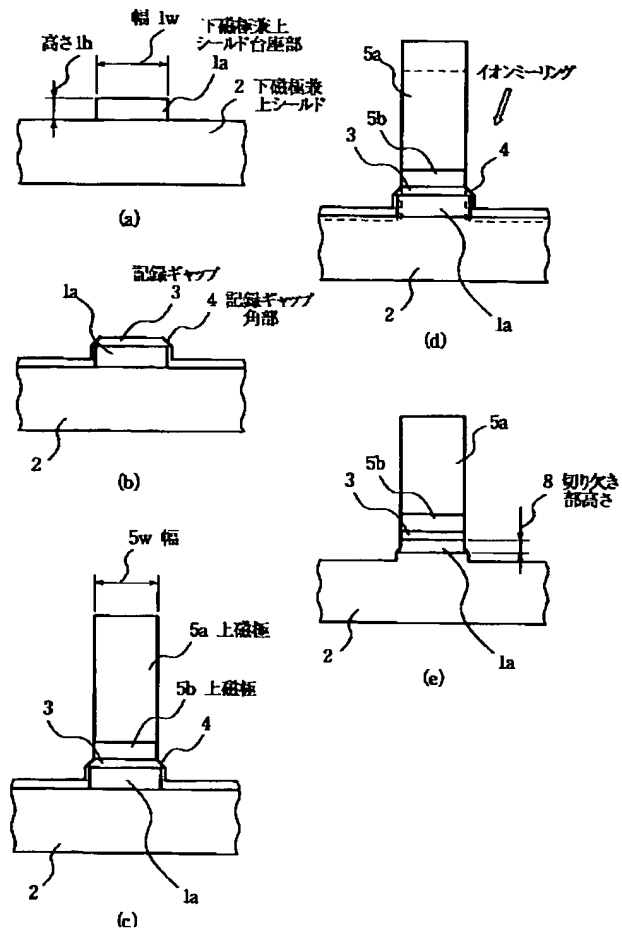
3t 記録ギャップ厚さ

38 外側の面

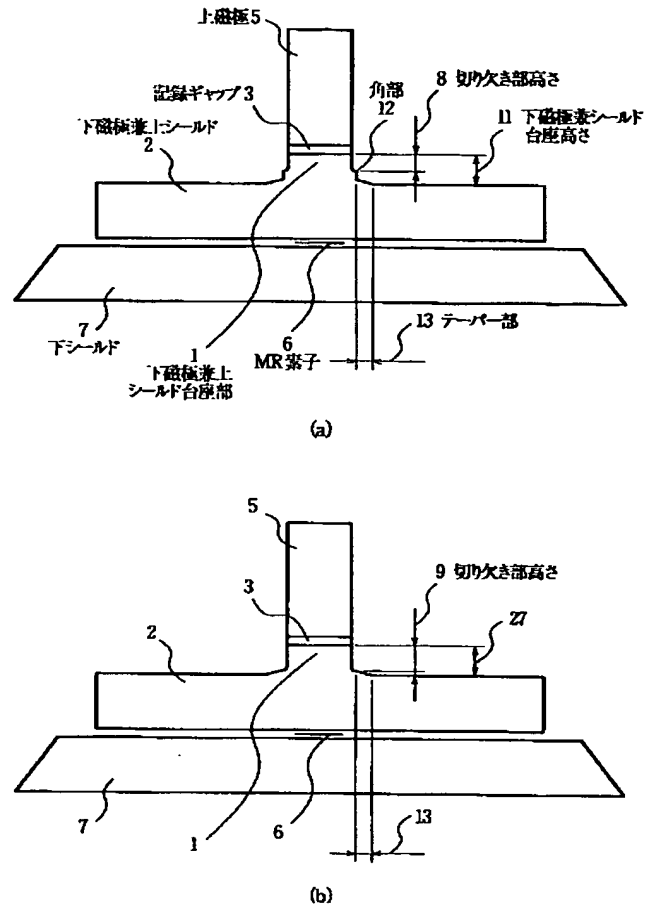
【図2】



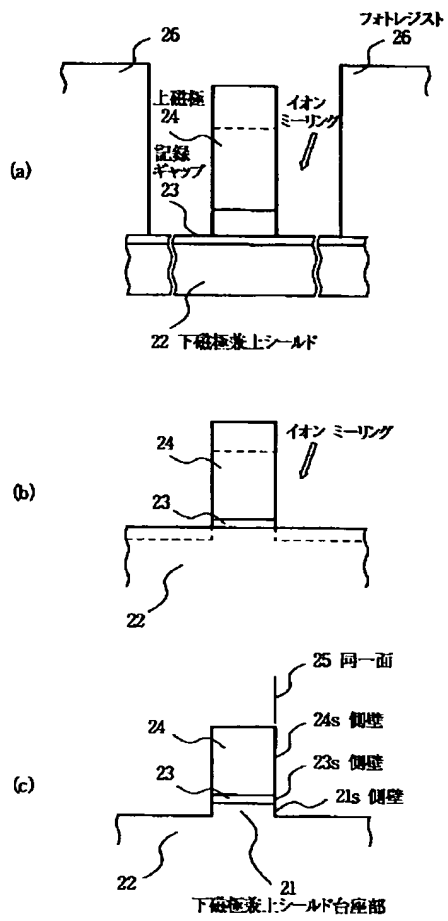
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

